

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ -

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»

 Н.П. Муравская

«15» «03» 2011 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП № 02-2011

ПИРАНОМЕТРЫ СМР6 И СМР21

ФГУП «ВНИИОФИ», г. Москва

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

 В.П. Кузнецов

«15» «03» 2011 г.

Москва – 2011 г.

Настоящая методика поверки распространяется на пиранометры СМР6 и СМР21 производства компании «Kipp&Zonen B.V.», Голландия (далее по тексту - пиранометры) с диапазоном измерения энергетической освещённости солнечным излучением от 0,01 до 1,6 кВт/м² в спектральном диапазоне от 0,31 до 2,8 мкм и определяет методы и средства первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п.	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Внешний осмотр	7.1
2	Опробование	7.2
3	Определение метрологических характеристик	7.3
4	Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации в естественных условиях	7.3.1, 7.3.2
5	Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации в лабораторных условиях	7.3.3

1.2. При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть использованы средства, указанные в таблице 2

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки, его технические и метрологические характеристики
7.3.1, 7.3.2	Эталонный актинометр 2-го разряда. Предел допускаемой погрешности измерения Δ не более 1,7% по МИ 1989-89.
7.3.3	Эталонный пиранометр 2-го разряда. типа СМР21. Предел допускаемой погрешности измерения Δ не более 2,3% по МИ 1989-89.
7.2; 7.3	Прибор комбинированный цифровой Ц300 (ГР № 7011-79), класс точности 0,1

7.3	Термометр ртутный ТМ 6. Цена деления шкалы 1°С
7.2; 7.3.3	Установка ПО-4, ТУ 25-04-1570. Энергетическая освещенность не менее 400 Вт/м ² . Диапазон длин волн 0,3-2,4 мкм. Основная относительная погрешность 1%. Однородность поля не более 1% на каждые 5 мм.
7.3.1	Дополнительное оборудование -Труба для установки пиранометра ПО-11, ТУ 25-04-1565-77 в комплекте с переходным кольцом для СМР2 (бленда).

2.2 Средства измерений, указанные в таблице 2, должны быть поверены в установленном порядке. Допускается применение других средств поверки по метрологическим характеристикам не уступающих указанным в п.2.1 настоящей методики.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.

3.1 Проведение поверки в естественных условиях по Солнцу следует выполнять при соблюдении следующих требований:

высота Солнца над горизонтом, ...°, не менее	20
температура окружающего воздуха, °С	10...35
атмосферное давление, кПа	70-105
относительная влажность, %, не более	80
скорость ветра, м/с, не более.....	4
напряжение сети переменного тока, В.....	(220±22)
с частотой, Гц.....	(50±5)

3.2 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия::

– температура окружающего воздуха, °С	20±5;
– относительная влажность, %	65±15;
– атмосферное давление, кПа	96÷104;
– напряжение сети переменного тока, В	220 ±10%;
с частотой, Гц	50 ±0,5

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

4.1 Система электрического питания приборов должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи приборов.

4.2. При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором, а также требования инструкции по эксплуатации спектрофотометров.

5. ТРЕБОВАНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ.

5.1 К работе с установкой допускается персонал, аттестованный в качестве поверителя (согласно ПР 50.2.012), изучивший правила работы со спектрофотометрами и

настоящую методику поверки.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Подготовка к поверке в естественных условиях.

Место, выбранное для поверки, должно иметь открытый горизонт или его закрытость не должна превышать 4° в точках, где может быть Солнце. Необходимо избегать соседства с источниками местного помутнения атмосферы (трубами и пыльными дорогами, аэродромами).

Солнечное излучение во время сличений должно быть устойчивым. Не должно быть следов облаков на диске Солнца и в пределах угла 5° в любом направлении от центра диска Солнца.

6.1.1 Перед проведением поверки по Солнцу должны быть выполнены подготовительные работы:

- 1) измерительные приборы и термометр должны быть затенены экранами от прямой солнечной радиации,
- 2) поверяемый и эталонный приборы должны быть вынесены на место поверки не менее чем за 30 минут до начала сличений.

6.2 При проведении поверки в лабораторных условиях используемая для работы установка ПО-4 должна быть юстирована и иметь свидетельство о поверке. Лампа установки и измерительные приборы должны быть включены не менее чем за 30 минут до начала работы.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре требуется установить соответствие пиранометра следующим требованиям:

7.1.1 отсутствие видимых механических повреждений;

7.1.2 отсутствие загрязнений и царапин на приёмной поверхности пиранометра;

7.1.3 отсутствие повреждений кабелей и разъёмов;

7.1.4 четкость и хорошая различимость маркировок на корпусе пиранометра;

7.1.5 полусферические стеклянные колпаки не должны иметь пузырьков, трещин, царапин, тёмных пятен и свилей.

7.2 Опробование

7.2.1 Для опробования пиранометра его необходимо подсоединить к измерительному прибору и убедиться в наличии показаний измерительного прибора при освещении пиранометра рассеянным излучением.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации в естественных условиях

В естественных условиях по Солнцу коэффициент преобразования пиранометра определяют путём сличения его показаний с показаниями эталонного актинометра.

В этом случае измерения выполняют в следующем порядке:

7.3.1.1 Устанавливают поверяемый пиранометр в трубе ПО-11 так, чтобы центральный угол пиранометра равнялся углу зрения эталонного актинометра, т.е 10° .

Эталонный актинометр и трубу с пиранометром нацеливают на Солнце, снимают с них крышки и выдерживают нацеленными не менее 2 мин. Измеряют температуру воздуха t °С.

7.3.1.2 Подключают поверяемый пиранометр и актинометр к соответствующим измерительным приборам, все отсчёты по которым выполняют с точностью до 0,01 мВ. Закрывают актинометр и трубу крышками и через 2 мин отсчитывают значения места нуля пиранометра n , и актинометра n_0 .

7.3.1.3 Снимают крышки с трубы и актинометра, нацеливают на Солнце и через 2 мин снимают 10 пар синхронных показаний пиранометра U_{ni} и актинометра $U_{эi}$, корректируя нацеливание через каждые 2 пары синхронных отсчётов.

7.3.1.4 Вычисляют значение коэффициента преобразования пиранометра при температуре воздуха по формуле

$$K_t = K_{эt} (\bar{U}_n - n) / (\bar{U}_э - n_0), \quad (1)$$

где $K_{эt}$ – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, соответствующее температуре воздуха t^0 , (мВ /кВт м⁻²);

\bar{U}_n ; $\bar{U}_э$ - средние значения отсчетов при освещении поверяемого пиранометра и эталонного актинометра соответственно, мВ.

n – место нуля пиранометра, мВ.

n_0 – место нуля эталонного актинометра, мВ.

7.3.2 Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации.

Коэффициент преобразования пиранометра в естественных условиях допускается определять без использования трубы ПО-11 путём сличения показаний горизонтально установленного пиранометра с показаниями эталонного актинометра методом солнце-тень.

Измерения надлежит выполнять в следующем порядке:

7.3.2.1 Установленный горизонтально поверяемый пиранометр и эталонный актинометр подключают к измерительным приборам (вольтметрам). Нацеленный на Солнце актинометр и пиранометр выдерживают освещёнными не менее 2 минут. Измеряют и записывают температуру воздуха t^0 С.

7.3.2.2 Закрывают актинометр крышкой, а пиранометр затеняют круглым экраном, обеспечивающим затенение в центральном угле 10^0 . Через 1 минуту отсчитывают место нуля актинометра n_0 и первое показание затенённого пиранометра $U_{т1}$. Отводят теневой экран пиранометра и поправляют нацеливание актинометра.

7.3.2.3 Выждав 1 минуту, отсчитывают синхронно и записывают первые показания вольтметров при освещённых эталонном актинометре $U_{э1}$ и пиранометре U_{m1} . Записывают также время, когда были выполнены эти отсчёты. Это время считается началом серии измерений.

Затеняют пиранометр и через 1 минуту записывают второе показание вольтметра при затенённом пиранометре $U_{т2}$.

Отводят теневой экран и через 1 минуту производят синхронные отсчёты по освещённым актинометру $U_{э2}$ и пиранометру U_{m2} .

Повторяют эту процедуру до выполнения 10 синхронных отсчётов по освещённым приборам и 11 отсчётов по затенённому пиранометру. При этом актинометр нацеливают перед каждым отсчётом.

По окончании серии измерений актинометр и пиранометр закрывают крышками и через 2 минуты записывают место нуля актинометра. Записывают также время, когда был выполнен последний отсчёт по затенённому пиранометру. Это время считается концом серии измерений.

7.3.2.4 Вычисляют значение коэффициента преобразования пиранометра при нормальном падении излучения Солнца по формуле

$$K_t = K_{эт} \bar{U}_n / (\bar{U}_3 - n_0) \sin h^\circ, \quad (2)$$

Где: $K_{эт}$ – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, соответствующее температуре воздуха t° , (мВ /кВт м⁻²),

\bar{U}_n – среднее из десяти $U_{ni} = U_{mi} - \bar{U}_{Ti}$

\bar{U}_{Ti} – среднее из двух соседних показаний затенённого пиранометра, мВ

U_{mi} – показание вольтметра при освещённом пиранометре, отсчитанное между двумя соседними теньевыми отсчётами U_{Ti} , мВ

\bar{U}_3 – среднее из десяти отсчётов при освещении эталонного актинометра, мВ,

n_0 – среднее из двух значений место нуля эталонного актинометра, мВ,

h° - высота Солнца, рассчитанная по времени середины серии измерений.

7.3.3 Коэффициент преобразования пиранометра определяют в лабораторных условиях на установке ПО-4 путём сличения его показаний с показаниями эталонного пиранометра аналогичного типа при нормальном падении радиации. В этом случае измерения проводят следующим образом:

7.3.3.1 Включают лампу, устанавливают на ней напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетическую освещённость не ниже 0,4 кВт/м² и выдерживают не менее 30 мин для прогрева лампы. До конца поверки напряжение на лампе поддерживают постоянным с погрешностью не более $\pm 0,2$ В;

7.3.3.2 Устанавливают эталонный пиранометр нормально к направлению светового потока, подключают его к измерительному прибору, все отсчёты по которому в дальнейшем необходимо выполнять с точностью до 0,01 мВ, и выдерживают освещённым не менее 2 мин, затем экраном и через 2 мин снимают отсчет n_0 при затенённом пиранометре;

7.3.3.3 Убирают экран и не менее, чем через 2 мин, снимают три отсчета U_{3i} , из которых вычисляют среднее значение \bar{U}_3 сигнала эталонного пиранометра;

7.3.3.4 Снимают эталонный пиранометр, устанавливают поверяемый пиранометр перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр его приемной поверхности располагался в той же точке пространства, что и эталонного и подключают его к цифровому вольтметру;

7.3.3.5 Поверяемый пиранометр выдерживают освещённым не менее 2 мин, затем экраном и через 2 мин снимают отсчет n .

7.3.3.6 Убирают затемняющий экран и не менее чем через 2 мин, снимают 10 отсчетов U_{ni} , из которых вычисляют среднее значение \bar{U}_n ;

7.3.3.7 Вычисляют значение коэффициента преобразования K , пиранометра по формуле

$$K = K_3 (\bar{U}_n - n) / (\bar{U}_3 - n_0), \quad (3)$$

где, K_3 – значение коэффициента преобразования эталонного пиранометра, (мВ/кВт м⁻²);

\bar{U}_n ; \bar{U}_3 - средние значения отсчетов при освещении поверяемого и эталонного пиранометров соответственно, мВ;

n ; n_0 - отсчеты при затемнении поверяемого и эталонного пиранометров соответственно, мВ

7.3.4. Пиранометр считается прошедшим поверку, если полученные по п.п. 7.3.1.4; 7.3.2.4; 7.3.3.7 значения коэффициентов преобразования не ниже 7 (мВ /кВт м⁻²).

7.3.5 Величину случайной погрешности результата определения коэффициента преобразования в процентах оценивают по среднему квадратическому отклонению (СКО) результата, определённого по формуле

$$S_0 = \frac{1}{U_n} \sqrt{\frac{\left(\sum_1^{10} (U_{n_i} - U_n)\right)^2}{n(n-1)}} * 100 \quad (4)$$

Значение S оценивают по данным ряда измерений, выполненных по п.п. 7.3.1.3, 7.3.2.3, 7.3.3.6.

n – число измерений

Значение S₀ не должно превышать 0,3%.

7.4 Предел допускаемой относительной погрешности результата измерения пиранометром в соответствии с ГОСТ 8.195-89 и ГОСТ 8.207-76 не превышает 11%, если поверяемый пиранометр прошел поверку по пункту 7.3 настоящей методики.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты первичной и периодической поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке по ПР 50.2.006-94.

8.2 При отрицательных результатах пиранометр к дальнейшему применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин по ПР 50.2.006-94.

Заместитель начальника отделения



М.Н.Павлович

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ФОРМА ПРОТОКОЛА
Протокол поверки
№
Дата поверки

Наименование (тип) поверяемого СИ:

заводской номер:

принадлежащее:

методика поверки:

вид поверки (первичная, периодическая):

внешний осмотр:

эталонные СИ:

измерительные приборы

Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации и случайной погрешности результата определения коэффициента преобразования:

№ отсч.	Эталонное СИ		Поверяемый пиранометр	
	тип, номер		n	Un _i
	n ₀	U _{0i}		
1				
·				
·				
10				
Среднее U ₀ =			Среднее Un =	
			СКО, % =	

Заключение о пригодности _____
годен, негоден, в последнем случае указывают причину негодности

Поверитель _____
Подпись _____ ФИО _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ФОРМА СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВЕРКЕ

Наименование органа Государственной метрологической службы, юридического лица

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ

№ _____

Действительно до
" ____ " _____ г.

Средство измерений _____
Наименование, тип

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер _____

принадлежащее _____

поверено и на основании результатов периодической поверки
признано пригодным к применению

Поверительное клеймо

_____	_____	_____
должность руководителя подразделения	подпись	инициалы, фамилия
Поверитель	_____	_____
	подпись	инициалы, фамилия

" ____ " _____ г.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Коэффициент преобразования при
нормальном падении радиации K , мВ/кВт м⁻²

Случайная погрешность результата
определения K S_0 , %

Предел допускаемой относительной погрешности
результата измерения, %

Поверитель _____
подпись _____ ФИО _____